

**ALLOY TOOL STEEL**

Patent Number: JP8100239  
Publication date: 1996-04-16  
Inventor(s): MIZUNO HIROSHI; ITO KAZUO; SUDO KOICHI; YAMAUCHI NAOYUKI  
Applicant(s): DAIDO STEEL CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP8100239  
Application Number: JP19950231779 19950908  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C22C38/00; C22C38/00; C22C38/54  
EC Classification:  
Equivalents: JP2636816B2

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To improve hot workability and fatigue characteristic by incorporating specific amounts of REM into an alloy tool steel of specific composition and also controlling respective contents of S, O, N, Al, and P.  
**CONSTITUTION:** The alloy tool steel has a composition consisting of, by weight, one or  $\geq 2$  kinds among 0.35-1.50% C, 0.1-2.0% Si, 0.1-1.5% Mn, 2.0-10.0% Cr, 1.5-30.0% (2Mo+W), and 0.5-5.0% V, 0.001-0.60% REM, further one or  $\geq 2$  kinds among 1.0-20.0% Co, 0.01-2.0% Ni, 0.25-1.0% Cu, and 0.001-0.050% B, and the balance essentially Fe. Further, the contents of S, O, N, Al, and P are limited to  $\leq 0.0020\%$ ,  $\leq 0.0030\%$ ,  $\leq 0.020\%$ ,  $\leq 0.020\%$ , and  $\leq 0.020\%$ , respectively. If necessary, one or  $\geq 2$  elements among Nb, Ta, Zr, Hf, Ti, Sc, and Y are further incorporated. By this method, the occurrence of sand mark can be prevented, and a tool excellent in toughness and long in service life can be obtained.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-100239

(43)公開日 平成8年(1996)4月16日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 1 H			
	3 0 2 E			
38/54				

審査請求 有 発明の数 8 O L (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平7-231779
(62)分割の表示	特願昭59-79802の分割
(22)出願日	昭和59年(1984)4月19日

(71)出願人	000003713 大同特殊鋼株式会社 愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号
(72)発明者	水 野 博 司 神奈川県横浜市保土ヶ谷区上菅田町105-89
(72)発明者	伊 藤 一 夫 群馬県渋川市604-3
(72)発明者	須 藤 興 一 群馬県渋川市金井402-4
(72)発明者	山 内 直 行 群馬県渋川市金井402-4
(74)代理人	弁理士 小塩 豊

(54)【発明の名称】 合金工具鋼

(57)【要約】

【課題】 工具用材料としての必要な特性を具備し、とくに熱間加工性および疲労特性に優れた合金工具鋼を提供する。

【解決手段】 重量%で、C:0.35~1.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:2.0~10.0%、および2Mo+W:1.5~30.0%、V:0.5~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:1.0~20.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.25~1.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、残部実質的にFeよりなる合金工具鋼。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C:0.35~1.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:2.0~10.0%、および2Mo+W:1.5~30.0%、V:0.5~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:1.0~20.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.25~1.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項2】 重量%で、C:0.35~1.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:2.0~10.0%、および2Mo+W:1.5~30.0%、V:0.5~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:1.0~20.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.25~1.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、さらにNb:0.01~5.0%、Ta:0.01~5.0%、Zr:2.0%以下、Hf:2.0%以下、Ti:2.0%以下、Sc:0.001~2.0%、Y:2.0%以下のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項3】 重量%で、C:0.35~2.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:3.0~20.0%、およびMo:0.10~5.0%、W:0.10~5.0%、V:0.01~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:1.0~20.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.01~2.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項4】 重量%で、C:0.35~2.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:3.0~20.0%、およびMo:0.10~5.0%、W:0.10~5.0%、V:0.01~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:1.0~20.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.01~2.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%

2

以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、さらにNb:0.01~5.0%、Ta:0.01~5.0%、Zr:0.001~2.0%、Hf:0.001~2.0%、Ti:0.001~2.0%、Sc:0.01~2.0%、Y:0.001~2.0%のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項5】 重量%で、C:0.20~0.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:2.0~8.0%、およびMo:0.10~5.0%、W:0.10~5.0%、V:0.01~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:0.01~10.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.01~2.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項6】 重量%で、C:0.20~0.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:2.0~8.0%、およびMo:0.10~5.0%、W:0.10~5.0%、V:0.01~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:0.01~10.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.01~2.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、さらにNb:0.01~5.0%、Ta:0.01~5.0%、Zr:0.001~2.0%、Hf:0.001~2.0%、Ti:0.001~2.0%、Sc:0.001~2.0%、Y:0.001~2.0%のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項7】 重量%で、C:1.0~4.0%、Si:0.1~3.0%、Mn:0.05~10.0%、Cr:25.0~35.0%、Co:35.0~65.0%、およびMo:0.05~15.0%、W:10.0~25.0%、V:0.1~15.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにNi:0.01~15.0%、Cu:0.01~2.0%、B:0.005~0.8%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

【請求項8】 重量%で、C:1.0~4.0%、S

3

i: 0.1~3.0%, Mn: 0.05~10.0%, Cr: 25.0~35.0%, Co: 35.0~65.0%, および Mo: 0.05~15.0%, W: 10.0~25.0%, V: 0.1~15.0%のうちの1種または2種以上、REM: 0.001~0.60%, さらに Ni: 0.01~15.0%, Cu: 0.01~2.0%, B: 0.005~0.8%のうちの1種または2種以上を含み、S: 0.0020%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Al: 0.020%以下、P: 0.020%以下に規制し、さらに Nb: 0.1~15.0%, Ta: 0.1~10.0%, Zr: 0.01~0.5%, Hf: 2.0%以下、Ti: 0.01~0.5%, Sc: 0.001~2.0%, Y: 2.0%以下のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなることを特徴とする合金工具鋼。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速度工具鋼、冷間ダイス鋼、熱間ダイス鋼、鋳造用工具などの工具用材料として利用され、とくに熱間加工性および疲労特性に優れた合金工具鋼に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、合金工具鋼としては、JIS SKS、SKD、SKT、SKHなどがあり、切削工具、押出ダイス、引抜ダイス、転造ダイス、線引ダイス、ゲージ、プレス型、ダイカスト型などの広い用途にわたって使用されている。

【0003】このような合金工具鋼においては、所望の形状をなす工具の製作が容易になしうると共に、長寿命が得られるように、熱間加工性および疲労特性に優れていることが要求される。

##### 【0004】

【発明の目的】本発明は、上述した要求に鑑みてなされたもので、工具用材料としての必要な特性を具備し、とくに熱間加工性および疲労特性に優れた合金工具鋼を提供することを目的としている。

##### 【0005】

【発明の構成】本発明は、高速度工具鋼、冷間ダイス鋼、熱間ダイス鋼、鋳造用工具等々の合金工具鋼において、REM: 0.001~0.60重量%含有させると共に、S: 0.0020重量%以下、O: 0.0030重量%以下、N: 0.020重量%以下、Al: 0.020重量%以下、P: 0.020重量%以下に規制したことを特徴としている。

【0006】本発明の合金工具鋼において、REM含有量（希土類元素の1種または2種以上の合計量）を0.001~0.60重量%としたのは、REMを添加することによって、工具鋼の靱性を向上させ、特に耐衝撃性を高めることができるためであり、このような効果を得

4

るために0.001重量%以上添加させた。しかし、多量に添加すると靱性および加工性を劣化させるので0.60重量%以下とした。

【0007】また、S含有量を0.0020重量%以下、O含有量を0.0030重量%以下としたのは、S、O量を規制することによって、地疵の発生を抑制し、地疵等級を向上させるようにするためである。

【0008】同様に、地疵等級をより一層向上させるために、N: 0.020重量%以下、Al: 0.020重量%以下、P: 0.020重量%以下に規制することとしている。

【0009】また、製造時におけるREMの添加は、1530~1550℃とくに1540~1545℃で行うことが望ましく、これによって地疵欠陥の発生をかなり抑えることができる。

【0010】本発明の第一発明・第二発明においては、前記合金工具鋼が高速度工具鋼であり、重量%で、C: 0.35~1.50%、Si: 0.1~2.0%、Mn: 0.1~1.5%、Cr: 2.0~10.0%、および2Mo+W: 1.5~30.0%、V: 0.5~5.0%のうちの1種または2種以上、REM: 0.001~0.60%、さらにCo: 1.0~20.0%、Ni: 0.01~2.0%、Cu: 0.25~1.0%、B: 0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S: 0.0020%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Al: 0.020%以下、P: 0.020%以下に規制し、場合によってはさらにNb: 0.01~5.0%、Ta: 0.01~5.0%、Zr: 2.0%以下、Hf: 2.0%以下、Ti: 2.0%以下、Sc: 0.001~2.0%、Y: 2.0%以下のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなるものとすることができる。

【0011】ここで、Cは高速度工具鋼として必要な硬さおよび耐摩耗性を確保するのに有効な元素であって、このような効果を得るために0.35%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎると靱性および加工性が低下するので1.50%以下とするのがよい。

【0012】Siは脱酸剤として作用すると共に焼もどし硬さの向上、および靱性や耐食性の向上に有効な元素であって、このような効果を得るために0.1%以上含有させるのがよい。しかし、多量に添加すると熱間加工性を害すると共に靱性を劣化させるので2.0%以下とするのがよい。

【0013】Mnは脱酸および脱硫剤として作用し、鋼の清浄度を高めると共に焼入性の向上にも寄与する元素であり、このような効果を得るために0.1%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると熱間加工性を害するので1.5%以下とするのがよい。

【0014】Crは工具鋼の強度、とくに高温強度を高

めると共に、耐熱衝撃性を高めるのに有効な元素であって、このような効果を得るためには2.0%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると靱性や加工性を劣化させるので10.0%以下とするのがよい。

【0015】Mo、W、Vは炭化物を形成し、熱処理硬さを増大して耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの1種または2種以上を添加するのもよい。この場合、MoはWよりも効果が大きい元素であって、このような効果を得るためには2Mo+W（いずれか一方が0である場合も含む）で1.5%以上、Vを0.5%以上添加するのがよい。しかし多すぎると靱性が低下すると共に、粗大炭化物も多くなり、疲労特性に悪影響を及ぼすので2Mo+Wは30.0%以下、Vは5.0%以下とするのがよい。

【0016】Nb、Ta、Zr、Hf、Ti、Sc、Yはいずれも炭化物を形成して熱処理硬さを増大し、耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの元素を適宜選んで上記の範囲で添加するのもよい。

【0017】Co、Ni、Cu、Bはいずれも基地を強化して工具鋼の強度、耐衝撃性、耐ヒートチェック性を高めるので、これらの元素を適宜選んで上記の範囲で添加するのもよい。また、Bは鋼の焼入性を高めると共に、鋼中のNをBNの形で固定してNの悪影響をなくするのに有効な元素であるので上記の範囲で適宜添加するのもよい。

【0018】Mg、Ca、Pb、Bi、Te、Seは鋼の被削性を改善させるのに有効な元素であるのでこれらの1種または2種以上を上記の範囲で添加するのもよい。

【0019】N、Al、Pは工具鋼の靱性を低下するので前記した上限に規制するのがよい。

【0020】本発明の第三・第四発明においては、前記合金工具鋼が冷間ダイス鋼であり、重量%で、C:0.35~2.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:3.0~20.0%、およびMo:0.10~5.0%、W:0.10~5.0%、V:0.01~5.0%のうちの1種または2種以上、REM:0.001~0.60%、さらにCo:1.0~20.0%、Ni:0.01~2.0%、Cu:0.01~2.0%、B:0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S:0.0020%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Al:0.020%以下、P:0.020%以下に規制し、場合によってはさらにNb:0.01~5.0%、Ta:0.01~5.0%、Zr:0.001~2.0%、Hf:0.001~2.0%、Ti:0.001~2.0%、Sc:0.01~2.0%、Y:0.001~2.0%のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなるものとするができる。

【0021】ここで、Cは冷間ダイス鋼として必要な硬

さおよび耐摩耗性を確保するのに有効な元素であって、このような効果を得るために0.35%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎると靱性および加工性が低下するので2.50%以下とするのがよい。

【0022】Siは脱酸剤として作用すると共に焼もどし硬さの向上、および靱性や耐食性の向上に有効な元素であって、このような効果を得るために0.1%以上含有させるのがよい。しかし、多量に添加すると熱間加工性を害すると共に靱性を劣化させるので2.0%以下とするのがよい。

【0023】Mnは脱酸および脱硫剤として作用し、鋼の清浄度を高めると共に焼入性の向上にも寄与する元素であり、このような効果を得るために0.1%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると熱間加工性を害するので1.5%以下とするのがよい。

【0024】Crは工具鋼の強度、とくに高温強度を高めると共に、耐熱衝撃性を高めるのに有効な元素であって、このような効果を得るためには3.0%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると靱性や加工性を劣化させるので20.0%以下とするのがよい。

【0025】Mo、W、Vは炭化物を形成し、熱処理硬さを増大して耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの1種または2種以上を添加するのもよい。そして、このような効果を得るためにはMoを0.10%以上、Wを0.10%以上、Vを0.01%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると靱性が低下すると共に、粗大炭化物も多くなり、疲労特性に悪影響を及ぼすのでMoは5.0%以下、Wは5.0%以下、Vは5.0%以下とするのがよい。

【0026】Nb、Ta、Zr、Hf、Ti、Sc、Yはいずれも炭化物を形成して熱処理硬さを増大し、耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの元素を適宜選んで上記の範囲で添加するのもよい。

【0027】Co、Ni、Cu、Bはいずれも基地を強化して工具鋼の強度、耐衝撃性、耐ヒートチェック性を高めるので、これらの元素を適宜選んで上記の範囲で添加するのもよい。また、Bは鋼の焼入性を高めると共に、鋼中のNをBNの形で固定してNの悪影響をなくするのに有効な元素であるので上記の範囲で適宜添加するのもよい。

【0028】Mg、Ca、Pb、Bi、Te、Seは鋼の被削性を改善させるのに有効な元素であるのでこれらの1種または2種以上を上記の範囲で添加するのもよい。

【0029】N、Al、Pは工具鋼の靱性を低下するので前記した上限に規制するのがよい。

【0030】本発明の第五・第六発明においては、合金工具鋼が熱間ダイス鋼であり、重量%で、C:0.20~0.50%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~1.5%、Cr:2.0~8.0%、およびMo:

0.10~5.0%, W: 0.10~5.0%, V: 0.01~5.0%のうちの1種または2種以上、REM: 0.001~0.60%, さらにCo: 0.01~10.0%, Ni: 0.01~2.0%, Cu: 0.01~2.0%, B: 0.001~0.050%のうちの1種または2種以上を含み、S: 0.0020%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Al: 0.020%以下、P: 0.020%以下に規制し、場合によってはさらにNb: 0.01~5.0%, Ta: 0.01~5.0%, Zr: 0.001~2.0%, Hf: 0.001~2.0%, Ti: 0.001~2.0%, Sc: 0.001~2.0%, Y: 0.001~2.0%のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなるものとするができる。

【0031】ここで、Cは熱間ダイス鋼として必要な硬さおよび耐摩耗性を確保するのに有効な元素であって、このような効果を得るために0.20%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎると靱性および加工性が低下するので0.50%以下とするのがよい。

【0032】Siは脱酸剤として作用すると共に焼もどし硬さの向上、および靱性や耐食性の向上に有効な元素であって、このような効果を得るために0.1%以上含有させるのがよい。しかし、多量に添加すると熱間加工性を害すると共に靱性を劣化させるので2.0%以下とするのがよい。

【0033】Mnは脱酸および脱硫剤として作用し、鋼の清浄度を高めると共に焼入性の向上にも寄与する元素であり、このような効果を得るために0.1%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると熱間加工性を害するので1.5%以下とするのがよい。

【0034】Crは工具鋼の強度、とくに高温強度を高めると共に、耐熱衝撃性を高めるのに有効な元素であって、このような効果を得るためには2.0%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると靱性や加工性を劣化させるので8.0%以下とするのがよい。

【0035】Mo、W、Vは炭化物を形成し、熱処理硬さを増大して耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの1種または2種以上を添加するのもよい。そして、このような効果を得るためにはMoを0.10%以上、Wを0.10%以上、Vを0.01%以上添加するのがよい。しかし、多すぎると靱性が低下すると共に、粗大炭化物も多くなり、疲労特性に悪影響を及ぼすのでMoは5.0%以下、Wは5.0%以下、Vは5.0%以下とするのがよい。

【0036】Nb、Ta、Zr、Hf、Ti、Sc、Yはいずれも炭化物を形成して熱処理硬さを増大し、耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの元素を適宜選んで上記の範囲で添加するのもよい。

【0037】Co、Ni、Cu、Bはいずれも基地を強化して工具鋼の強度、耐衝撃性、耐ヒートチェック性を

高めるので、これらの元素を適宜選んで上記の範囲で添加するのもよい。また、Bは鋼の焼入性を高めると共に、鋼中のNをBNの形で固定してNの悪影響をなくするのに有効な元素であるので上記の範囲で適宜添加するのもよい。

【0038】Mg、Ca、Pb、Bi、Te、Seは鋼の被削性を改善させるのに有効な元素であるのでこれらの1種または2種以上を上記の範囲で添加するのもよい。

【0039】N、Al、Pは工具鋼の靱性を低下するので前記した上限に規制するのがよい。

【0040】本発明の第七・第八発明においては、合金工具鋼が鍛造用工具であり、重量%で、C: 1.0~4.0%, Si: 0.1~3.0%, Mn: 0.05~10.0%, Cr: 25.0~35.0%, Co: 35.0~65.0%, およびMo: 0.05~15.0%, W: 10.0~25.0%, V: 0.1~15.0%のうちの1種または2種以上、REM: 0.001~0.60%, さらにNi: 0.01~15.0%, Cu: 0.01~2.0%, B: 0.005~0.8%のうちの1種または2種以上を含み、S: 0.0020%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Al: 0.020%以下、P: 0.020%以下に規制し、場合によってはさらにNb: 0.1~15.0%, Ta: 0.1~10.0%, Zr: 0.01~0.5%, Hf: 2.0%以下、Ti: 0.01~0.5%, Sc: 0.001~2.0%, Y: 2.0%以下のうちの1種または2種以上を含み、残部実質的にFeよりなるものとするができる。

【0041】ここで、Cはマトリックス組織をオーステナイトに保つと共に、鍛造凝固時に炭化物を形成して硬さを増大し、耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であり、このような効果を得るために1.0%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎると炭化物量が過大となり、粗大炭化物を形成しやすくなって靱性を低下させるので4.0%以下とするのがよい。

【0042】Siは脱酸剤として作用すると共に鍛造性を向上させるのに有効な元素であって、このような効果を十分に得るために0.1%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎると熱間加工性および靱性を害するので3.0%以下とするのがよい。

【0043】Mnは脱酸および脱硫剤として作用し、鋼の清浄度を高めるのに有効な元素であって、このためには0.05%以上含有させるのがよい。そしてある程度含有させることによってマトリックス組織をオーステナイトにすることができるが、多量に含有しても効果の向上は得られないので10.0%以下とするのがよい。

【0044】Crは固溶によってあるいは炭化物形成によって硬化することにより耐摩耗性を向上させ、さらには高温下での耐酸化性を向上させるのに有効な元素であ

り、このような効果を得るために25%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎるとC量とのバランスにより炭化物量が多くなりすぎ、粗大炭化物を形成しやすくなって靱性を低下させるので35%以下とするのがよい。

【0045】Coはオーステナイトを安定にし、耐腐食性を向上させると共に、高温における基地の強度および靱性を向上させるのに有効な元素であり、このような効果を得るために35.0%以上含有させるのがよい。しかし、多量に添加しすぎても効果の向上はさほど大きくなく、また高価な元素でもあるので65.0%以下とするのがよい。

【0046】Ni、Cuはマトリックス組織をオーステナイトに保ち、耐腐食性や耐焼付性を向上させるのに有効な元素であるので、上記の範囲で添加するのよい。

【0047】W、Mo、Vは高硬度の炭化物を形成して耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であり、このような効果を得るためにWは10.0%以上、Moは0.05%以上、Vは0.1%以上含有させるのがよい。しかし、多すぎると耐熱衝撃性を劣化し、割れ発生の原因ともなるので、Wは25.0%以下、Moは15.0%以下、Vは15.0%以下とするのがよい。

\*【0048】Nb、Ta、Zr、Hf、Ti、Sc、Yはいずれも炭化物形成元素であり、高硬度の炭化物を形成して耐摩耗性を向上させるのに有効な元素であるので、これらの中から適宜選んで上記の範囲内で添加することもよい。

【0049】Bは鋼の焼入性を高めると共に、鋼中のNをBNの形で固定してNの悪影響をなくするのに有効な元素であるので上記の範囲で適宜添加するのよい。

【0050】Mg、Ca、Pb、Bi、Te、Seは工具材料の被削性を改善させるのに有効な元素であるのでこれらの1種または2種以上を上記の範囲で添加するのよい。

【0051】N、Al、Pは工具鋼の靱性を低下するので前記した上限に規制するのがよい。

【0052】

【実施例】真空誘導溶解炉によって各種成分の工具材料を溶製し、溶解温度1530~1550℃のときにREMを添加して攪拌し、表1および表2に示す化学成分の材料を溶製したのち、造塊してインゴットを得た。

【0053】

【表1】

No	化 学 成 分 (重量%)																
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	V	Co	Al	REM	O	N	
1	1.52	0.23	0.42	0.018	0.0020	0.02	0.12	11.00	0.82	-	0.28	-	0.008	0.052	0.0029	0.0110	Nb:0.02
2	1.43	0.27	0.28	0.015	0.0011	0.03	0.12	11.45	0.77	0.04	0.80	0.41	0.005	0.086	0.0011	0.0024	
3	1.55	0.24	0.43	0.018	0.0070	0.02	0.11	11.01	0.83	-	0.26	-	0.007	-	0.0026	0.0038	
4	1.50	0.27	0.28	0.015	0.0105	0.03	0.11	11.48	0.77	0.03	0.82	0.42	0.003	-	0.0013	0.0022	
5	1.05	0.24	0.37	0.014	0.0020	0.03	0.12	4.95	0.82	-	0.24	-	0.002	0.081	0.0024	0.0018	Ca:0.003
6	1.78	0.21	0.38	0.013	0.0003	0.03	0.11	17.22	0.89	-	0.30	-	0.002	0.098	0.0011	0.0034	
7	1.00	0.23	0.39	0.015	0.0053	0.04	0.10	5.08	0.88	-	0.24	-	0.002	-	0.0011	0.0025	
8	1.74	0.21	0.37	0.013	0.0022	0.03	0.03	17.19	0.88	-	0.28	-	0.002	-	0.0020	0.0051	
9	0.39	0.98	0.38	0.003	0.0018	0.02	0.04	5.38	1.08	-	0.83	-	0.005	0.008	0.0013	0.0021	Mg:0.005
10	0.39	0.98	0.37	0.020	0.0005	0.02	0.01	5.34	1.08	-	0.83	-	0.008	0.109	0.0009	0.0028	
11	0.38	0.98	0.36	0.002	0.0019	0.02	0.01	5.35	1.08	-	0.82	-	0.004	-	0.0026	0.0048	
12	0.38	0.98	0.36	0.052	0.0082	0.02	0.01	5.38	1.08	-	0.81	-	0.002	-	0.0018	0.0119	
13	0.89	0.21	0.25	0.020	0.0030	0.04	0.05	4.08	4.72	5.92	1.70	-	0.003	0.005	0.0014	0.0025	Ta:0.05
14	0.89	0.25	0.24	0.003	0.0020	0.08	0.05	4.08	4.69	5.93	1.70	-	0.001	0.127	0.0009	0.0121	
15	0.90	0.28	0.25	0.003	0.0013	0.05	0.05	4.10	4.84	5.55	1.87	-	0.008	0.088	0.0012	0.0019	
16	1.50	0.28	0.30	0.018	0.0002	0.08	0.07	3.98	4.40	5.54	5.00	-	0.004	0.085	0.0013	0.0025	Zr:0.07
17	0.88	0.25	0.25	0.051	0.0010	0.05	0.05	4.09	4.73	5.94	1.72	-	0.008	-	0.0019	0.0024	
18	0.88	0.24	0.24	0.005	0.0133	0.08	0.05	4.09	4.74	5.85	1.72	-	0.008	-	0.0074	0.0165	
19	0.94	0.24	0.24	0.005	0.0018	0.05	0.05	4.18	4.72	6.00	1.72	-	0.008	-	0.0089	0.0120	
20	1.55	0.27	0.29	0.017	0.0102	0.08	0.08	3.98	4.43	5.54	5.04	-	0.004	-	0.0051	0.0082	

【0054】

【表2】

No.	化学成分 (重量%)													
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	W	V	Co	Al	REM
21	1.50	0.52	0.34	0.008	0.0011	0.01	0.09	4.04	9.14	1.85	4.85	-	0.015	0.043
														0.0012
														0.0050
														Hf:0.030
														Zr:0.08
22	0.98	0.47	0.31	0.012	0.0005	0.05	0.05	4.07	9.12	1.82	1.83	-	0.020	0.088
														0.0008
														0.0030
23	1.33	0.47	0.33	0.011	0.0029	0.05	0.05	4.04	9.08	1.85	4.03	-	0.034	-
														0.0030
														0.0150
24	1.04	0.53	0.32	0.014	0.0088	0.05	0.07	4.08	8.47	1.88	1.88	-	0.008	-
														0.0012
														0.0038
25	0.88	0.30	0.31	0.007	0.0010	0.01	0.04	4.12	0.10	17.82	1.84	0.01	0.015	0.082
														0.0008
														0.0085
26	1.02	0.31	0.30	0.006	0.0018	0.07	0.07	4.34	8.00	12.58	1.93	-	0.013	0.008
														0.0010
														0.0033
27	0.97	0.28	0.30	0.008	0.0053	0.05	0.08	4.28	0.01	18.05	1.88	0.01	0.008	-
														0.0008
														0.0037
28	1.05	0.30	0.30	0.005	0.0048	0.07	0.07	3.97	5.79	10.85	1.78	-	0.018	-
														0.0023
														0.0042
29	1.07	0.08	0.08	0.007	0.0020	0.01	0.01	4.19	4.45	5.92	2.50	4.20	0.005	0.140
														0.0009
														0.0024
														B:0.05
30	0.86	0.15	0.15	0.010	0.0108	0.02	0.04	4.88	5.13	8.11	2.01	5.27	0.014	-
														0.0011
														0.0051
31	1.21	0.37	0.31	0.018	0.0002	0.08	0.15	4.14	5.18	7.11	2.94	12.34	0.010	0.033
														0.0020
														0.0200
32	1.22	0.35	0.28	0.025	0.0051	0.05	0.12	4.13	5.20	7.15	2.83	12.61	0.018	-
														0.0070
														0.0254
33	0.58	0.38	0.25	0.007	0.0011	0.01	0.01	4.33	2.88	2.99	1.37	-	0.018	0.088
														0.0019
														0.0019
34	0.59	0.38	0.24	0.005	0.0038	0.01	0.01	4.34	2.97	2.97	1.34	-	0.023	-
														0.0054
														0.0043

【0055】次に、前記インゴットを700～750℃に3時間加熱したのち鍛造し、次いで800℃で3時間加熱したのち20℃/hrで冷却する溶体化処理を行い、その後地疵等級、熱間加工性および疲労特性を調べた。なお、地疵等級はJIS G 0556に準じて行った肉眼試験により調べ、熱間加工性はグリーン試験に

より調べ、疲労特性はJIS Z 2273に準じた試験により調べた。これらの結果を表3および表4に示す。

【0056】

40 【表3】



No.	地疵番号	熱間加工性	疲労特性	備 考	
		絞り値	10 <sup>7</sup> 回疲労強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )		
1	0	66	85	ダイス鋼 (SKD11系)	発明例
2	0	63	80		"
3	3	53	60		比較例
4	6	47	58		"
5	0	81	83		発明例
6	0	60	88		"
7	2	70	76		比較例
8	4	55	78		"
9	0	88	75	ダイス鋼 (SKD61系)	発明例
10	0	90	83		"
11	1	76	67		比較例
12	2	73	55		"
13	0	71	79	高速度 工具鋼 (SKH51系)	発明例
14	0	68	75		"
15	0	66	76		"
16	0	48	73		"
17	2	55	65		比較例
18	8	51	53		"
19	4	48	58		"
20	7	35	50		"

【0057】

\* \* 【表4】

No.	地疵番号	熱間加工性	疲労特性	備 考	
		絞り値	10 <sup>7</sup> 回疲労強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )		
21	0	45	84	高速度 工具鋼 (SKH58系)	発明例
22	0	60	88		"
23	4	32	77		比較例
24	6	48	58		"
25	0	43	62	高速度 工具鋼 (SKH2系)	発明例
26	0	56	60		"
27	4	31	43		比較例
28	5	47	46		"
29	0	49	70	高速度 工具鋼 (SKH55系)	発明例
30	7	35	58		比較例
31	0	46	83	高速度 工具鋼 (SKH57系)	発明例
32	4	38	74		比較例
33	0	78	79	合金鋼	発明例
34	3	53	87		比較例

【0058】表1～表4に示すように各種合金工具鋼において、REM (Yを含む希土類元素の1種または2種以上) を0.001～0.60重量%の範囲で含有させるとともに、Sを0.0020重量%以下、Oを0.0030重量%以下、Nを0.020重量%以下、Alを

0.020重量%以下、Pを0.020重量%以下に規制した本発明鋼は、いずれも比較鋼よりも地疵が少なく、熱間加工性および疲労特性にも優れていることが明らかであり、高品質・高耐久性の工具鋼であることが確かめられた。

【0059】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明は、高速度工具鋼、冷間ダイス鋼、熱間ダイス鋼、鍛造用工具等々の合金工具鋼において、REM: 0.001~0.60重量%含有させると共に、S: 0.0020重量%以下、O: 0.0030重量%以下、N: 0.020重

量%以下、Al: 0.020重量%以下、P: 0.020重量%以下に規制したから、地疵の発生が抑制され、熱間加工性および靱性とくに耐衝撃性に優れ、疲労強度が大であって長寿命の工具が得られるという著大なる効果を有している。